

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05171373
PUBLICATION DATE : 09-07-93

APPLICATION DATE : 24-12-91
APPLICATION NUMBER : 03340688

APPLICANT : HITACHI METALS LTD;

INVENTOR : UCHIDA NORIMASA;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 33/02 C22C 38/36

TITLE : POWDER HIGH SPEED TOOL STEEL

ABSTRACT : PURPOSE: To provide powder high speed tool steel having high high-temp. temper softening resistance capable of dealing with the speeding-up of the using conditions of a tool and combining high corrosion resistance and high toughness as well.

CONSTITUTION: The objective powder high speed tool steel is constituted of, by weight, >1.5 to 2.6% C, $\leq 1.0\%$ Si, $\leq 0.6\%$ Mn, >6.0 to 13.0% Cr, W and/or Mo of 14 to 30% W+2Mo, $\leq 10.0\%$ V, 2.0 to 7.0% Nb satisfying $Nb/V \geq 0.5$ and, preferably, $\leq 15.0\%$ Co as well and the balance Fe with inevitable impurities and in which C-Ceq satisfies the relationship of -0.30 to 0.05 (where $Ceq = 0.24 + 0.033.W + 0.063.Mo + 0.2V + 0.1.Nb$). Moreover, the relationship of $Nb+V > 6$ is preferably satisfied.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-171373

(43) 公開日 平成5年(1993)7月9日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00	3 0 4	7217-4K		
33/02	1 0 3 C			
38/36				

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平3-340688	(71) 出願人	000005083 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
(22) 出願日	平成3年(1991)12月24日	(72) 発明者	西田 純一 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内
		(72) 発明者	内田 憲正 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内
		(74) 代理人	弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 粉末高速度工具鋼

(57) 【要約】

【目的】 工具の使用条件の高速化に対応可能な高い高温焼もどし軟化抵抗を有し、高耐摩耗性、高耐食性および高靱性も併せもつ粉末高速度工具鋼を提供する。

【構成】 重量比でC 1.5%を越え2.6%以下、Si \leq 1.0%、Mn \leq 0.6%、Cr 6.0%を越え13.0%以下、WまたはさらにMoをW+2Moで14~30%かつ、V \leq 10.0%、Nb2.0~7.0%、但しNb/V \geq 0.5、好ましくはさらにCo \leq 15.0%、残部がFeおよび不可避免の不純物よりなり、C-Ceqが-0.30~0.05(ただしCeq=0.24+0.033 \cdot W+0.063 \cdot Mo+0.2V+0.1 \cdot Nb)の関係を満たすことを特徴とする粉末高速度工具鋼である。またさらに好ましくは、Nb+V>6の関係を満たす。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量比でC 1.5%を越え2.6%以下、Si \leq 1.0%、Mn \leq 0.6%、Cr 6.0%を越え13.0%以下、WまたはさらにMoをW+2Moで14~30%、V \leq 10.0%、Nb 2.0~7.0%、但しNb/V \geq 0.5、残部がFeおよび不可避の不純物よりなり、C-Ceqが-0.30~0.05(ただしCeq=0.24+0.033 \cdot W+0.063 \cdot Mo+0.2V+0.1 \cdot Nb)の関係を満たすことを特徴とする粉末高速度工具鋼。

【請求項2】 重量比でC 1.5%を越え2.6%以下、Si \leq 1.0%、Mn \leq 0.6%、Cr 6.0%を越え13.0%以下、WまたはさらにMoをW+2Moで14~30%、V \leq 10.0%、Nb 2.0~7.0%、但しNb/V \geq 0.5、Co \leq 15.0%、残部がFeおよび不可避の不純物よりなり、C-Ceqが-0.30~0.05(ただしCeq=0.24+0.033 \cdot W+0.063 \cdot Mo+0.2V+0.1 \cdot Nb)の関係を満たすことを特徴とする粉末高速度工具鋼。

【請求項3】 重量比でNb+V>6%であることを特徴とする請求項1ないし2に記載の粉末高速度工具鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、切削工具や圧造工具に用いられ、特に高温における硬さと耐摩耗性が要求される高速使用条件下において、顕著に優れた耐摩耗性と同時に高い靱性を有し、さらに耐食性の優れた粉末高速度工具鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】切削工具、圧造工具に用いられる高速度工具鋼は、高硬度で耐摩耗性が優れること、および靱性に優れること、の2つの要求を満足することが望まれている。また、近年、プラスチック金型、ドットワイヤーなどの用途によっては耐食性も必要とされる。溶製高速度工具鋼の靱性を向上させる方法としては、Nb等の元素を微量添加し、結晶粒を微細化させて靱性を向上する方法(例えば特開昭58-73753号、同58-117863号等)、Nbと希土類元素を複合添加することにより、Nbを主体としたMC型炭化物を均一微細化する方法(特公昭61-896号)等種々提案されている。

【0003】一方、耐摩耗性を向上させる方法としては、炭化物を均一微細に分布させ、かつ結晶粒の微細化が可能な粉末高速度工具鋼において、炭化物量を増大させる方法が最も一般的である。例えば、特公昭57-2142号、特開昭55-148747号は、主にW当量が高めることにより、W、Moを主体とするM₆C型炭化物量を増加させ、高硬度化により耐摩耗性の向上を図ったものである。また、粉末高速度工具鋼において、結晶粒の微細化と、さらには、焼入温度を高めても結晶粒を粗大化させないことを目的として、Nbを含有せしめることが検討されている{Metall. Trans. 19A(1988) P1395~1401, 特開平1-212736号}。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前記特開昭58-73753号、同58-117863号の溶製高速度工具鋼では、Nbを過度に添加すると、Nbを主体としたNbCの粗大な炭化物を晶出し、W、Moを主体とするM₆C型炭化物も、凝固時に粗大な炭化物を晶出させるために、結晶粒微細化による靱性向上効果が減殺され、かえって靱性が低下するといった問題点があった。また、上記の粉末高速度工具鋼で、耐摩耗性を向上させる目的で、炭化物量の富化や工具の高硬度化が行なわれてきたが、靱性が低下してしまい、工具の折損や欠けが問題となっていた。

【0005】また、前記特開昭55-148747号に、Nbを添加した粉末高速度鋼が提案されているが、この例ではNbをVの代替として添加し、硬質の炭化物を形成することを主眼にいたったものである。さらに、Metall. Trans. 19A(1988) P1395~P1401、特開平1-212736号に開示される高速度工具鋼は、Nbを添加することにより、結晶粒を粗大化せずに焼入温度を高めることを可能としているが、本発明者の考えによると合金元素量、特にW当量が低いために、苛酷な工具使用条件下では高温焼もどし軟化抵抗が不十分で、また炭化物量も少ないため、耐摩耗性も不十分である。

【0006】したがって、以上説明した従来の高速度工具鋼は、高速化が要求されている近時の工具使用条件に対応することが困難であった。そこで、本発明は工具使用条件の高速化に対応できる高温焼もどし軟化抵抗特性を顕著に高めるとともに、高靱性でかつ耐食性に優れた粉末高速度工具鋼の提供を課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】近年、工具の使用条件が高速化されるにつれ、工具の高硬度化が重要な要因となっている。特に工具使用中に、工具が高温になるため、焼もどし軟化抵抗特性が最も重要であることを知見した。

【0008】本発明は、この知見を考慮してなされたもので、下記の2点を基本的な技術思想とするものである。①焼もどし軟化抵抗を最大限に高めるために、化学成分上、特に、W+2Mo、およびC-Ceqを特定範囲内に規制することが有効であることを見出した。すなわち、W+2Mo量を増すことにより、硬い炭化物を分散させ、マトリックス中に固溶する合金元素量を増すことが有効である。C量は他の炭化物形成元素量との兼ね合いで決める必要があり、C-Ceqで調整される。高い焼もどし軟化抵抗を得るためには、C-Ceqを規制し、マトリックス中に固溶するC量を確保することが必要である。

【0009】②多くの合金元素をマトリックス中へ固溶せしめんとし焼入温度を高くすると、結晶粒が粗大化するが、これをNbを含有せしめ、かつそのNb/V比を規制することにより、結晶粒の粗大化を防止し、微細結晶粒を確保し、靱性の低下を防止する。NbはVと同

3

様MC炭化物を形成するが、結晶粒の粗大化を防止するのに有効な $1\mu\text{m}$ 以下の微細NbCを形成するためには、原子比でVよりも多いNbを含有しなければならない。重量比ではNb/Vが0.5以上必要である。

【0010】そして、これらは以下に示すような成分バランスをさらに満たして、はじめて上記の特性を満足できることを見出した。すなわち本発明は、重量比でC 1.5%を越え2.6%以下、Si \leq 1.0%、Mn \leq 0.6%、Cr 6.0%を越え13.0%以下、WまたはさらにMoをW+2Moで14~30%、V \leq 10.0%、Nb 2.0~7.0%、但しNb/V \geq 0.5、残部がFeおよび不可避的不純物よりなり、C-Ceqが-0.30~0.05(Ceq=0.24+0.033·W+0.063·Mo+0.2V+0.1·Nb)の関係を満たすことを特徴とする粉末高速度工具鋼である。

【0011】また、本発明は重量比でC 1.5%を越え2.6%以下、Si \leq 1.0%、Mn \leq 0.6%、Cr 6.0%を越え13.0%以下、WまたはさらにMoをW+2Moで14~30%、V \leq 10.0%、Nb 2.0~7.0%、但しNb/V \geq 0.5、Co 4.0~15.0%、残部がFeおよび不可避的不純物よりなり、C-Ceqが-0.30~0.05(Ceq=0.24+0.033·W+0.063·Mo+0.2V+0.1·Nb)の関係を満たすことを特徴とする粉末高速度工具鋼である。また、耐摩耗性を向上するためには、Nb+V>6の関係を満たすことが好ましい。

【0012】

【作用】以下に成分の限定理由を説明する。Cは同時に添加されるCr、W、Mo、V、Nbと硬い炭化物を形成して耐摩耗性向上に寄与する。さらに、焼入時にマトリックス中に固溶して焼もどし2次硬化を向上する作用もある。しかし、多すぎるとマトリックス中に固溶する炭素量が著しく増え靱性を低下させる。したがって、C量はCr、W、Mo、V、Nb含有量との兼ね合いで決める必要があり、本発明では1.5~2.6%の範囲とC-Ceqの値が-0.300.05の関係を満足するようC量を調整する。この関係を満足させることにより、高い高温焼もどし軟化抵抗を得るための1条件が達成される。

【0013】Si、Mnは脱酸剤として添加するが、多量に添加すると靱性を害する等の問題があるので、Si 1.0%以下、Mn 0.6%以下に限定する。Crは、本発明において、最も重要な元素の一つであり、6%を越えて添加することにより、耐食性が著しく向上する。また、焼入性を高め、焼もどし2次硬化性を高める効果もある。しかし、13%を越えると焼もどし時の炭化物の凝集を速め、本発明の第1の目的である軟化抵抗を減ずるため13%以下とした。

【0014】本発明の目的である顕著な耐摩耗性を付与するためには、硬い炭化物を多量に分散させ、しかもマトリックス硬度を高める必要がある。本発明で、W、Mo量は、上記の目的で重要な元素である。WまたはさらにMoをW+2Moで20~30%とする。20%より少ないと上記効果が少ない。しかし、W+2Moが30%を越えると、連

4

結した炭化物が急増し、マトリックス中に固溶する合金元素も極端に多くなって靱性の低下が著しくなるので、WまたはさらにMoをW+2Moで20~30%とする。

【0015】Vもまた耐摩耗性を高めるのに有効な元素である。耐摩耗性の目的からは、できるだけ多く含有させたい。しかし、10%を越えると粗大なMC型炭化物が晶出し易くなり、靱性や工具の被研削性を害するので、10%以下とした。Nbは、本発明において最も重要な元素の一つである。Nbを特定の成分範囲に限定すると、耐摩耗性に有効な $1\sim 5\mu\text{m}$ のNbを主体とした硬質の炭化物と、 $1\mu\text{m}$ 以下の微細な炭化物が晶出する。

【0016】本発明者は、この微細なNbCが結晶粒成長を抑制し、焼入温度を高めても結晶粒の粗大化を効果的に抑制する成分範囲を見出した。この微細なNbCはNb量、Nb/V比と密接に関係しておりNb量及びNb/V比が低いと、微細なNbCがほとんど晶出しなため、Nb \geq 2%およびNb/V \geq 0.5となるようNb量を調整した。しかし、Nbが7%を越えると、極めて粗大なNbCを晶出し、靱性や被研削性を害するので、7%以下とした。またNbがVに対して多くなり過ぎるとNb炭化物が粗大化する傾向となるためNb/V \leq 2を満たすことが望ましい。

【0017】Coは本発明鋼の焼きもどし軟化抵抗の向上するために極めて有効な元素である。マトリックス中に固溶し、炭化物の析出および凝集を遅らせ、高温における硬さと強度を著しく向上させる効果があり、切削工具、エンドミル等の工具とワークの接触部が特に高温になる用途にとって極めて重要な添加元素である。しかし、Coが15.0%を越えると固溶によるCo単独相の晶出が生ずることにより靱性が低下するので15.0%以下とした。

【0018】

【実施例】表1に窒素ガスアトマイズ粉末をHIP(熱間静水圧プレス処理)する方法により作製した6種類の実験材の化学組成を示す。それぞれの材料は、HIPを行ない、鍛伸により約16mm角とした後、該鍛伸材を860℃で焼なまし、結晶粒が粗にならない温度範囲で可能な限り高い温度で15分間のオーステナイト化を行なった後、550℃の熱浴焼入を行なった。また、焼もどし温度は560℃で行なった。なお、表1に示す ΔC はC-Ceqの値である。

【0019】焼もどし後の硬さ、インターセプト法による結晶粒度(焼入後)、650℃で1時間加熱保持後、空冷した際の硬さ(焼もどし軟化抵抗と称する)を測定した。この材料の靱性を評価するため、上記した焼入れ、焼もどしの熱処理を施した後、スパン50Lで曲げ試験を行なった。また、アブレッシブ粒子として平均粒径 $30\mu\text{m}$ のSiO₂を用い、SiO₂ 1200ccに対して、20%オレイン酸モータオイル(商品名：トヨタキャステルモーターオイル)混合液 400ccの割合で配合したスラリー中で40時間 810

(4)

特開平5-171373

5

6

rpmの回転速度で摩耗試験を行ない、腐食とアブレッシ
 プ摩耗を並行して起こさせ、摩耗減量を測定した。これ
 らの結果を表2に示す。

* [0020]

[表1]

*

試料 No.	化 学 組 成 (wt%)								W+2Mo	ΔC	Nb/V	備 考
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Nb	Fe			
1	1.62	0.41	0.39	8.01	6.97	3.95	4.87	-	Bal	-0.07	0	比較鋼
2	1.82	0.52	0.32	7.94	7.02	4.01	4.95	1.94	"	-0.08	0.39	比較鋼
3	2.03	0.26	0.29	7.98	7.11	3.95	5.01	4.03	"	-0.09	0.80	本発明鋼
4	2.19	0.18	0.25	8.02	7.04	4.11	4.89	6.01	"	-0.12	1.22	本発明鋼
5	2.41	0.34	0.32	8.05	6.95	4.04	4.79	8.24	"	-0.09	1.72	比較鋼
6	1.55	0.24	0.33	7.92	7.21	4.13	2.78	2.98	"	-0.04	1.07	本発明鋼
7	2.47	0.29	0.32	8.01	6.85	4.02	7.32	4.02	"	-0.11	0.54	本発明鋼
8	2.75	0.35	0.31	7.99	6.81	3.85	9.02	4.86	"	-0.24	0.53	比較鋼
9	1.58	0.25	0.31	7.74	15.70	-	2.87	2.85	"	-0.03	0.99	本発明鋼
10	1.57	0.46	0.34	5.13	7.13	4.01	3.21	3.03	"	-0.10	0.94	比較鋼
11	1.69	0.24	0.32	10.00	6.97	4.13	3.19	3.11	"	0.010	0.97	本発明鋼
12	1.68	0.33	0.31	15.10	7.14	3.98	3.12	3.07	"	0.022	0.98	比較鋼

[0021]

40 [表2]

試料 No.	熱処理 条件	結 晶 粒 度 (インターセプト法)	硬さ (HRC)	焼もどし軟化 抵抗 (HRC)	抗折力 (kgf/mm ²)	摩 耗 量 (mg)	備 考
1	a	16.8	66.9	52.9	421	1.38	比較鋼
2	a	18.9	67.3	55.3	342	1.15	比較鋼
3	b	20.5	67.8	57.8	258	0.99	本発明鋼
4	b	22.1	68.2	60.3	224	0.87	本発明鋼
5	b	23.2	68.6	61.9	183	0.71	比較鋼
6	b	19.4	67.3	56.8	330	1.34	本発明鋼
7	b	20.8	68.2	57.8	220	0.84	本発明鋼
8	b	21.9	68.5	58.6	173	0.63	比較鋼
9	b	19.5	67.6	58.9	315	1.56	本発明鋼
10	b	19.5	67.3	57.7	330	1.85	比較鋼
11	b	19.6	67.3	56.8	305	0.84	本発明鋼
12	b	19.4	67.2	54.7	278	0.57	比較鋼

a : 1210℃焼入-550℃ 1時間 2回 焼もどし

b : 1250℃焼入-550℃ 1時間 2回 焼もどし

【0022】表1に示す合金のうち試料No.1~No.5は、Nb含有量を変化させたものである。No.1およびNo.2は、本発明鋼よりもNbの少ない比較鋼であり、焼入温度が1210℃を越えて高くなると結晶粒が急激に粗大化し、抗折力が低下したため、焼入温度を1210℃に設定した。しかし、表2に示すように、1210℃の焼入温度では、マトリックス中への合金元素の固溶量が不十分で、十分な焼もどし軟化抵抗が得られなかった。

【0023】一方、Nb量が2%以上、Nb/Vが0.5以上の本発明鋼である試料No.3およびNo.4では、Nbの結晶粒微細化の効果により、焼入温度 1250℃でも結晶粒の粗大化が起らず、1250℃の焼入温度が適用でき、この焼入により比較鋼である試料No.1および試料No.2に比べ、高い硬さ、高い焼もどし軟化抵抗および少ない摩耗減量となった。また、Nb量が7%を越える比較鋼である試料No.5は、5μm以上のNbCの巨大炭化物が多く発生し、抗折強度が著しく低下した。

【0024】また、本発明鋼である試料No.6は、Nb+Vの値が6%以下であるため、MC炭化物量が少なく摩耗減量がやや大きくなった。また、Vが7%を越える本発明鋼である試料No.7は、最も耐摩耗性が優れたものとなった。また、Cが2.6%を越える比較鋼である試料No.8では、MC型炭化物が増加し過ぎ抗折力が著しく低下した。また、Moのない本発明鋼である試料No.9はほぼ同一組成である試料No.6とほぼ同等の特性が得られることがわかった。

【0025】表1に示す合金のうち試料No.10~12は、Cr量を変えたものである。Cr量が6%以下の試料No.10は、本発明鋼である試料No.11に比べ摩耗減量が多く耐食性が劣っていた。また、Cr量が13%を越える試料No.12は、Crが過度に多いため、抗折力が低下した。

【0026】(実施例2) 実施例1と同様に、表3に示す試料を得た。ここでΔCはC-Ceqの値である。また、表3に示す試料に対して、実施例1と同様に焼もどし後の硬さ、結晶粒度、焼もどし軟化抵抗、摩耗減量および抗折力を測定した。結果を表4に示す。表3中の試料No.13~No.16はW+2Mo量を変化させたものであり、W+2Mo量の14%以下である比較例である試料No.13はマトリックス中に固溶し得る合金元素量が不十分であり、本発明鋼である試料No.14およびNo.15に比べて、焼もどし軟化抵抗が低い。一方、W+2Mo量が30%を越える比較例である試料No.16は抗折力が著しく低下し好ましくないものであった。

【0027】また、表3中の試料No.17~No.19は、ΔC量の特性への影響を確認するために、C量を変化させたものである。ΔC量が-0.30未満の比較例である試料No.17は、本発明鋼である試料No.18に比べ硬さも低く、焼もどし軟化抵抗も低いものとなり、好ましくないものであった。一方、ΔC量が0.05を越える試料No.19は、本発明鋼である試料No.18に比べ抗折力が低下し好ましくないものであった。

【0028】また、本発明鋼のうち試料No.20~No.23はCoを含む鋼であり、Co量が増加するにしたがって、焼もどし軟化抵抗が高くなり、Coの添加によりCoのないものに比べ焼もどし軟化抵抗が改善されたことがわかる。なお、Coを添加する場合は、残留オーステナイトが存在するのを防ぐため、焼もどしは3回行った。一方、Co量が15%を越える比較鋼である試料No.23では焼もどし軟化抵抗は、高い値を示すものの、抗折力が著しく低下し好ましくないものであった。

【0029】

【表3】

試料 No.	化 学 組 成 (wt%)										W+2Mo	ΔC	Nb/V	備 考
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	Nb	Co	Fe				
13	1.53	0.44	0.42	7.89	4.12	4.01	3.24	3.05	—	Bal	12.1	-0.05	0.94	比較鋼
14	1.85	0.28	0.31	8.03	13.48	4.48	3.15	3.04	—	"	22.4	-0.05	0.96	本発明鋼
15	2.01	0.25	0.33	8.01	15.98	5.47	3.03	3.11	—	"	26.9	-0.01	1.02	本発明鋼
16	2.18	0.32	0.31	7.95	17.80	6.94	3.13	3.05	—	"	31.7	-0.01	0.97	比較鋼
17	1.51	0.41	0.32	8.03	13.34	4.52	3.03	3.11	—	"	22.3	-0.37	1.02	比較鋼
18	1.69	0.29	0.28	7.34	13.15	4.49	3.05	3.08	—	"	22.1	-0.18	1.00	本発明鋼
19	2.01	0.28	0.25	8.02	13.28	4.55	3.01	3.24	—	"	22.3	-0.12	1.07	比較鋼
20	1.62	0.39	0.34	7.95	6.95	4.14	3.06	3.13	1.98	"	15.2	-0.03	1.02	本発明鋼
21	1.59	0.32	0.34	8.04	7.14	4.05	3.02	2.99	5.03	"	15.2	-0.04	0.99	本発明鋼
22	1.55	0.28	0.29	7.86	7.06	4.08	2.87	2.87	10.13	"	15.2	-0.04	1.00	本発明鋼
23	1.54	0.38	0.39	8.03	6.98	4.11	2.84	3.15	16.45	"	15.2	-0.07	1.10	比較鋼

【0030】

* * 【表4】

試料 No.	熱処理 条件	結 晶 粒 度 (インターセプト法)	硬さ (HRC)	焼もどし軟化 抵抗 (HRC)	抗折力 (kgf/mm ²)	摩耗 係数 (μg)	備 考
13	b	19.1	66.1	55.5	353	1.34	比較鋼
14	b	20.1	70.2	58.6	262	1.12	本発明鋼
15	b	20.3	71.9	61.5	214	1.04	本発明鋼
16	b	20.8	73.9	63.4	156	0.94	比較鋼
17	b	19.8	67.4	56.9	304	1.19	比較鋼
18	b	18.7	69.0	58.4	269	1.18	本発明鋼
19	b	19.5	70.7	61.0	191	1.08	比較鋼
20	c	19.7	68.1	57.8	310	1.28	本発明鋼
21	c	19.5	69.3	59.2	301	1.28	本発明鋼
22	c	19.3	71.2	61.6	245	1.36	本発明鋼
23	c	19.4	73.6	65.1	188	1.30	比較鋼

b: 1250℃焼入—550℃ 1時間 2回 焼もどし

c: 1250℃焼入—550℃ 1時間 3回 焼もどし

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、従来不十分であった高温での軟化抵抗特性を大幅に向上できるので高温での耐摩耗性を顕著に改善することができた。また結晶粒が微

細なままで、靱性も従来と同等以上に高いため、工具の高速使用条件下で、大幅な寿命向上が達成できる。さらに、耐食性が従来と比べ改善され、腐食環境下でも使用可能である。